



# KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020020039447 (43) Publication Date. 20020527

(21) Application No.1020000069263 (22) Application Date. 20001121

(51) IPC Code:  
G02B 6/38

(71) Applicant:  
KOREA ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE  
KT CORPORATION

(72) Inventor:  
BANG, JUN HAK  
KO, JE SU  
LEE, HYEON JAE  
LEE, SANG SU  
OH, WANG YEOL  
SEO, WAN SEOK

(30) Priority:

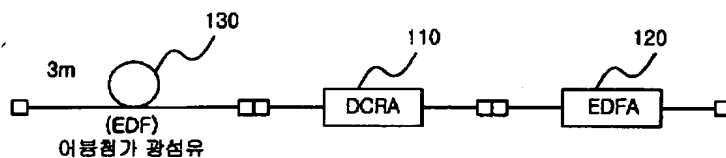
(54) Title of Invention  
DISPERSION COMPENSATING RAMAN AMPLIFIER USING DEPOLARIZER AND HYBRID FIBER AMPLIFIER

Representative drawing

(57) Abstract:

PURPOSE: A dispersion compensating Raman amplifier(DCRA) using a depolarizer is provided, which obtains a stable amplification signal by using the depolarizer to remove a polarization of a pump light, and a hybrid fiber amplifier using the same is provided, which increases an efficiency by combining the dispersion compensating Raman amplifier with an EDFA(Erbium Doped Fiber Amplifier).

CONSTITUTION: According to the hybrid fiber amplifier using a dispersion compensating Raman amplifier(DCRA) (110), a dispersion compensating Raman amplification unit performs a dispersion compensating amplification of an incident light signal by making a Raman pump light, whose polarization is removed using a depolarizer, be incident in a reverse direction. And a fiber amplifier unit(120) receives the light signal amplified through the above dispersion compensating Raman amplification unit and then amplifies it again. The hybrid fiber amplifier further includes a density inversion improving unit to increase a front density inversion of the dispersion compensating Raman amplification unit.



© KIPO 2002

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. G02B 6/38	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2002-0039447 2002년05월27일
(21) 출원번호	10-2000-0069263	
(22) 출원일자	2000년11월21일	
(71) 출원인	한국전자통신연구원, 오길택 대한민국 305-350 대전 유성구 가정동 161번지 주식회사 케이티, 이계철 대한민국 463-815 경기 성남시 분당구 정자동 206	
(72) 발명자	오왕열 대한민국 305-333 대전광역시유성구어은동99한빛아파트129-1103 방준학 대한민국 305-390 대전광역시유성구전민동청구나래아파트102-802 이상수 대한민국 305-350 대전광역시유성구가정동236-1 이현재 대한민국 305-390 대전광역시유성구전민동청구나래아파트107-404 고재수 대한민국 305-390 대전광역시유성구전민동엑스포아파트302-1203 서완석 대한민국 302-120 대전광역시서구둔산동1509크로바아파트118-1402	
74) 대리인	특허법인 신성	
77) 심사청구	있음	
54) 출원명	소극기를 이용한 분산보상 라만 증폭기 및 그를 이용한하이브리드형 광섬유 증폭장치	

## 요약

- 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야
- 발명은 소극기를 이용한 분산보상 라만 증폭기 및 그를 이용한 하이브리드형 광섬유 증폭장치에 관한 것임.
- 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제
- 발명은 분산보상 광섬유에 라만 펌프광을 입사하여 이득을 얻되 라만 이득의 펌프광 편광성을 없애기 위해 소극기를 이용한 분산보상 라만 증폭기(DCRA) 및 상기 분산보상 라만 증폭기를 어븀첨가 광섬유 증폭기(EDFA)와 결합하여 효율을 높인 하이브리드형 광섬유 증폭장치를 제공하는데 그 목적이 있음.
- 발명의 해결방법의 요지
- 발명은, 분산보상 라만 증폭기를 이용한 하이브리드형 광섬유 증폭장치에 있어서, 입사된 광신호를, 소극기를 이용하여 편광성을 제거한 라만 펌프광을 역방향으로 입사하여 분산보상 증폭을 하기 위한 분산보상 라만 증폭 수단; 및 상기 분산보상 라만 증폭 수단을 통해 증폭된 광신호 입력받아 다시 증폭하기 위한 광섬유 증폭수단을 포함함.

발명의 중요한 용도

본 발명은 WDM 광전송 시스템 등에 이용됨.

대표도

도1b

색인어

WDM, 하이브리드, 광섬유 증폭기, DCRA, EDFA, BER, 소극기(depolarizer)

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 내지 1c 는 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치의 구성 예시도.

도 1d 는 본 발명에 따른 소극기를 이용한 분산보상 라만 증폭기의 일실시에 구성도.

도 2a 및 2b 는 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치의 이득과 잡음지수 측정 결과의 일예시도.

도 3 은 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치의 BER(Bit Error Rate)을 측정하기 위한 선로 구성의 일예시도.

도 4a 및 4b 는 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치에 160Gb/s WDM 광신호를 사용하여 160km 광전송 실험을 통해 얻어낸 임의 채널에서의 BER 측정 결과의 일예시도.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

110 : 분산보상 라만 증폭기      111 : 분산보상 광섬유 모듈

112 : 결합기      113 : 소극기

120 : 어븀첨가 광섬유 증폭기      130 : 어븀첨가 광섬유

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 소극기를 이용한 분산보상 라만 증폭기 및 그를 이용한 하이브리드형 광섬유 증폭장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 분산보상 광섬유에 라만 펌프광을 유도하여 이득을 얻되 라만 이득의 펌프광 편광성을 없애기 위해 소극기를 이용한 분산보상 라만 증폭기(Dispersion compensating Raman Amplifier : 이하 DCRA) 및 상기 분산보상 라만 증폭기를 어븀첨가 광섬유 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier : 이하 EDFA)와 결합하여 효율을 높인 하이브리드형 광섬유 증폭장치에 관한 것이다.

광섬유 증폭기는 파장분할다중(Wavelength Division Multiplexing : 이하 WDM) 광전송 시스템의 핵심장치로서, EDFA를 중심으로 하여 많은 연구가 계속되고 있으며, 이미 상용화되어 많은 제품들이 나오고 있다.

최근 통신량이 급격하게 많아지면서 보다 많은 채널 수가 요구되고, 따라서 광대역의 광섬유 증폭기에 대한 요구는 급속도로 커지고 있으며, 또한 EDFA의 증폭대역보다 더 넓은 파장대역이 요구되면서 라만 증폭의 도입에 대한 연구가 활발해 지고 있다.

광섬유 라만 증폭기에 대한 연구는 크게 광선로 자체를 이득매질로 이용하는 방법(distributed Raman amplifier)과 라만 증폭용 광섬유를 따로 사용하여 별개의 증폭기로 구성하는 방법(discrete Raman amplifier)으로 나뉜다.

이러한 두 방법과 더불어 라만 증폭과 EDFA를 조합시켜 증폭기를 구성하는 하이브리드형 광섬유 증폭기도 광섬유 라만 증폭기의 한가지 형태라 하겠다.

이 분야의 종래 기술로는 먼저, "P. B. Hansen" 등이 "Electron. Lett."에 1998년에 발표한 "Raman amplification for loss compensation in dispersion compensating fibre modules" 논문과, 1999년에 등록된 미국 특허 US 5887093호(Optical fiber dispersion compensation)에서 분산 보상 광섬유를 라만 펌핑을 함으로써 손실을 보상할 수 있다는 것을 제시한 것이 있다.

하지만, 여기서는 이러한 손실보상된 분산보상 광섬유 모듈을 EDFA와 결합시킨 것에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 또한, 펌프광의 세기와 파장 및, 분산보상 광섬유의 길이 등을 분석하여 실제적으로 광전송 장치에서 적합한 값을 얻어내는 연구도 이루어지지 않았다.

이 연구는 단순히 분산보상 모듈을 증폭기와는 별도의 한 모듈로 놓고, 라만 펌핑을 해주면 손실을 보상할 수 있다는 정도의 사실만을 다뤘었다.

다음으로, "Y. Emori" 등은 1998년 말 "Electron. Lett."에 발표한 "Broadband lossless DCF using Raman amplification pumped by multichannel WDM laser diodes" 논문에서 1435nm 부터 1480nm 까지 총 8개의 펌프 레이저 다이오드를 사용하여 약 50nm의 영역에서 무손실 분산 보상 광섬유 모듈을 구성하였다.

하지만, 이 논문에서는 8개나 되는 펌프광이 사용되었고, 잡음지수도 9 dB이상이었다. 이 연구도 "P. B. Hansen"의 연구와 마찬가지로 단순히 분산보상 모듈을 증폭기와는 별도의 한 모듈로 놓고, 라만 펌핑을 해주면 손실을 보상할 수 있다는 정도의 사실만을 다루고 있다.

마지막으로, "H. Masuda" 등은 1999년 "IEEE Photon. Technol. Lett."에 발표한 "Wide-band and gain-flattened hybrid fiber amplifier consisting of an EDFA and a multiwavelength pumped Raman amplifier" 논문에서 라만 증폭기와 EDFA를 결합한 하이브리드형 광섬유 증폭기에 대한 연구를 발표하였다.

이 논문에서는 EDFA를 제일 앞단에 위치시키고, 8.0km와 8.3km의 라만 광섬유로 이루어진 두 단의 라만 증폭기를 EDFA 뒤쪽에 연결하여 총 3단의 하이브리드형 광섬유 증폭기를 구성하였다. 총 9개의 펌프 레이저 다이오드를 사용하고, 이득 평탄화 필터를 사용하여 70nm 영역에서 1 dB 내의 평탄 이득을 얻었다.

하지만, 분산보상 기능은 언급되지 않았고 입력신호 세기 등 실제 광통신 장치에 필요한 광신호의 파라미터들이 사용되지 못한 문제점이 있었다.

또한, 라만 광섬유 내에서 편광 의존 이득이 있어 이득이 불안정할 수 있는 펌핑 구조이며, 앞 단의 EDFA의 이득이 높을 경우 라만 광섬유에서 비선형 현상을 일으킬 수 있기 때문에 EDFA의 이득을 크게 하지 못하는 문제점도 있었다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 분산보상 광섬유에 라만 펌프광을 유도하여 이득을 얻는 분산보상 라만 증폭기를 어븀 첨가 광섬유 증폭기와 결합하여 효율을 높인 하이브리드형 광섬유 증폭장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

또한, 본 발명은, 라만 이득을 위한 펌프광의 편광성을 없애기 위해 소극기(depolarizer)를 사용함으로써 안정된 증폭 신호를 얻을 수 있는 분산보상 라만 증폭장치를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 장치는, 분산보상 라만 증폭기를 이용한 하이브리드형 광섬유 증폭장치에 있어서, 입사된 광신호를, 소극기를 이용하여 편광성을 제거한 라만 펌프광을 역방향으로 입사하여 분산보상 증폭을 하기 위한 분산보상 라만 증폭 수단; 및 상기 분산보상 라만 증폭 수단을 통해 증폭된 광신호를 입력받아 다시 증폭하기 위한 광섬유 증폭수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 본 발명은 상기 분산보상 라만 증폭 수단의 앞단 밀도반전을 높이기 위한 밀도반전 향상 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

한편, 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 장치는, 소극기를 이용한 분산보상 라만 증폭기에 있어서, 입사되는 라만 이득을 위한 펌프광의 편광성을 없애기 위한 소극 수단; 상기 소극 수단에서 출력되는 라만 펌프광을 역방향으로 광선로에 입력시키기 위한 결합 수단; 및 입사되는 광신호의 분산을 보상해주고, 상기 결합 수단으로부터 역방향으로 입력되는 라만 펌프광을 상기 입사 광신호와 결합하여 상기 입사 광신호를 증폭하기 위한 분산보상 광섬유 증폭 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.

도 1a 내지 1c는 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치의 구성예시도이다.

도 1a는 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치로서, 하나의 분산보상 라만 증폭기(110)와 어븀 첨가 광섬유 증폭기(120)만으로 구성된 가장 간단한 구조의 장치이다.

도 1a에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치는 소극기를 이용하여 편광성을 제거한 라만 펌프광을 사용하여 분산보상 증폭을 하기 위한 DCRA(110) 및 상기 분산보상 라만 증폭기로부터 출력된 광신호를 다시 증폭하기 위한 EDFA(120)를 포함한다.

여기서, DCRA(110)와 결합되어 함께 사용된 EDFA(120)는 980nm 파장의 레이저 다이오드로 순방향 펌핑하는 구조이다.

DCRA(110)를 EDFA 모듈(120)의 앞쪽에 위치시켜 하이브리드형 광섬유 증폭기를 구성하여 이득과 잡음지수를 측정(도 2 참조)하였고, 선로증폭기로 사용하여 160km 전송실험(도 3 및 도 4 참조)도 함께 수행하였다.

여기의 실험에서는 160Gb/s 광전송 장치에 사용되는 0.8nm 간격의 16 채널이 신호 광원으로 사용되었고, 입력 광신호의 세기는 160Gb/s 광전송 장치에서 선로증폭기 입력 광세기 범위인 -7 ~ -2 dBm의 중간값인 -4.5 dBm(-16.5 dBm/ch)이었다.

도 1b는 도 1a의 구조에서 잡음지수를 향상시키기 위해 3m 정도의 짧은 어븀 첨가 광섬유(130, Erbium Doped Fiber : 이하 EDF)를 증폭기 앞에 연결시킨 경우이다.

도 1b에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치는, 광증폭기 앞단에서 높은 밀도반전을 얻기 위한 EDF(130), 상 EDF(130)로부터 출력된 신호를, 소극기를 이용하여 편광성을 제거한 라만 펌프광을 사용하여 분산보상 증폭을 하기 위한 DCRA(110) 및 상 DCRA(110)로부터 출력된 광신호를 다시 증폭하기 위한 EDFA(120)를 포함한다.

2와 도 4에서 보듯이 도 1b의 장치는 도 1a의 증폭기와 비슷한 이득을 보이고, 잡음지수는 0.7 ~ 1.0 dB 정도 향상되었으며, 160km 전송에 BER은 도 1a의 경우와 거의 같음을 볼 수 있다.

도 1c 는 본 발명에 따른 유사 실시예로서 도 1a 의 구조에서 분산보상 광섬유 모듈과 EDFA 블록의 순서를 바꾼 구조이다.

도 1c 에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치는, 입사되는 광신호를 증폭하기 위한 EDFA(120) 및 상기 EDFA(120)를 거치며 증폭된 광신호를, 소극기를 이용하여 편광성을 제거한 라만 펌프광을 사용하여 분산보상 증폭을 하기 위한 DCRA(110)를 포함한다.

도 2 와 도 4 에서 보듯이 이득 값 자체는 충분했지만 채널간 이득의 차이가 2 dB 가까이 되었다. 이득이 큰 EDFA(120)가 증폭기의 앞단에 위치하므로 잡음지수는 기존의 2단 구조의 증폭기 보다는 0.8 dB 가량 향상되었지만, 160km 전송실험을 통해 얻은 BER은 0.5 dB 이상의 페널티를 보였다. 이는 DCRA(110)의 입력 광세기가 너무 커서 비선형 현상이 일어나기 때문이다.

이 결과에서 볼 수 있듯이, DCRA(110)와 EDFA(120)를 결합한 하이브리드형 광섬유 증폭기에서는 DCRA(110)를 EDFA(120)의 앞단에 위치시키는 것이 적합하다.

도 1d 는 본 발명에 따른 소극기를 이용한 DCRA(110)의 일실시에 구성도이다.

도 1d 에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 소극기를 이용한 DCRA(110)는, 역방향으로 입사되는 라만 이득을 위한 펌프광의 편광 의존도를 없애기 위한 소극기(113), 상기 소극기(113)에서 출력되는 역방향의 라만 펌프광 신호를 광선로로 입력시키기 위한 결합기(112) 및 상기 결합기(112)로부터 출력되는 역방향의 라만 펌프광 신호(114)를 입사 광신호와 결합하여, 상기 입사 광신호를 증폭하기 위한 분산보상 광섬유 모듈(111)을 포함한다.

DCRA(110)는 실제의 WDM 광전송 장치에 사용되는 전송로에 대한 분산보상 광섬유 모듈(111)과 라만 펌핑 광원으로 쓰이는 1개의 EDFA 펌핑용 1480nm 레이저 다이오드로 구성된다.

본 발명에서는 1550nm 부근의 신호에 대해 이득을 얻기 위해 펌핑 레이저 다이오드의 온도를 조절하여 중심파장이 1465~1470nm가 되도록 단파장 쪽으로 이동시켰다.

그리고, 라만 이득의 펌프광 편광 의존도를 없애기 위해 본 발명에서는 라이엇 형(Lyot type) 광섬유 소극기(113, depolarizer)를 사용하였고, 펌프광의 요동에 따른 이득의 요동을 없애기 위해 펌프광을 역방향으로 입사시켰다.

한편, 순방향 입사된 광신호는 분산보상 광섬유 모듈(111)에서 분산보상이 이뤄지고, 여기에 결합기(112, coupler)를 거쳐 역방향 입사된 라만 이득을 위한 펌프광(114)이 합해지면서 증폭 기능을 수행하게 된다.

하지만, 종래의 이러한 라만 증폭기는 역방향 입사되는 라만 펌프광(114)의 편광성으로 인해 이득이 불안정하였다. 따라서, 안정적인 증폭기의 이득을 위해 본 발명에서는 결합기(112, coupler)를 지나기 전의 라만 펌프광(114)을 소극기(113, depolarizer)를 거치도록 함으로써 안정적인 증폭신호를 얻을 수 있게 하였다.

여기에서, 분산보상 광섬유 모듈(111)을 펌핑하고 남은 펌프광(114)을 이용하여 앞단에 연결한 짧은 길이의 EDF(130)에 이득을 유도함으로써 증폭기 앞단의 밀도반전을 높여 증폭기 전체의 잡음지수를 향상시키도록 한 것이 도 1b 의 구성이다.

도 2a 및 2b 는 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치의 이득과 잡음지수 측정 결과의 일례시도이다.

도 2a 및 2b 에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 도 1a 와 도 1b 의 증폭기의 이득은 실제로 160Gb/s 광전송 장치에 사용되는 종래의 2단 구조의 증폭기와 비교하여 그 크기와 평탄화 면에서 거의 같았으며, 잡음지수는 7 dB정도로 종래의 2단 구조의 증폭기에 비해 1.5 ~ 2 dB정도 크지만 전송장치에서 요구하는 범위 내의 값이었다.

도 3 은 본 발명에 따른 하이브리드형 광섬유 증폭장치의 BER을 측정하기 위한 선로 구성의 일례시도이다.

60km 선로 전송실험을 위한, 도 3 에 도시된 바와 같은 장치에서, 실험에 사용된 각각의 증폭기들은 차례대로 선로증폭기(350)의 위치에 놓여 16개의 전송 채널들에 대한 BER 측정이 이뤄졌다.

상기의 실험을 통해 BER을 측정한 결과가 도 4a 및 4b 에 도시되었다.

도 4a 및 4b 는 본 발명에 따른 광섬유 증폭기에 160Gb/s WDM 광신호를 사용하여 160km 광전송 실험을 통해 얻어낸 임의 채널에서의 BER 측정 결과의 일례시도이다.

도 3 의 전송시설에서 이루어진 실험에서, 도 4a 및 4b 에 도시된 바와 같은 이 그래프는 실험에 사용했던 16개 채널 중 임의의 2개 채널에 대한 각각의 증폭기별 BER 측정치로써, 본 발명에 따른 도 1a 혹은 도 1b 의 하이브리드형 광섬유 증폭장치가 종래의 2단 구조의 증폭기와 비교하여 약간 향상되거나 거의 같은 BER을 나타냈음을 보여준다.

이, 기존의 2단 구조의 증폭기와 비교해 앞단의 EDFA가 생략된 보다 간단한 구조의 하이브리드형 광섬유 증폭장치로서 2단 구조의 증폭기에 준하는 성능을 보였다.

상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

## 발명의 효과

기와 같은 본 발명은, WDM 광전송 시스템 등에서 소극기를 이용한 DCRA를 EDFA와 결합하여 사용함으로써 보다 간단한 구조의 효율적인 하이브리드형 광섬유 증폭장치를 제공할 수 있는 효과가 있다.

한, 본 발명은, 분산보상 라만 증폭기에 역방향 입력되는 라만 펌프광의 편광성을 없애기 위해 소극기(depolarizer)를 사용함으로써 보다 안정적인 증폭기의 이득을 얻을 수 있는 효과가 있다.

## (57) 청구의 범위

## 청구항 1.

분산보상 라만 증폭기를 이용한 하이브리드형 광섬유 증폭장치에 있어서,

입사된 광신호를, 소극기를 이용하여 편광성을 제거한 라만 펌프광을 역방향으로 입사하여 분산보상 증폭을 하기 위한 분산보상 라만 증폭 수단 ; 및

상기 분산보상 라만 증폭 수단을 통해 증폭된 광신호를 입력받아 다시 증폭하기 위한 광섬유 증폭수단을 포함하는 하이브리드형 광섬유 증폭장치.

## 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 분산보상 라만 증폭 수단의 앞단 밀도반전을 높이기 위한 밀도반전 향상 수단

을 더 포함하는 하이브리드형 광섬유 증폭장치.

## 청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 밀도반전 향상 수단은,

상기 분산보상 라만 증폭 수단을 펌핑하고 남은 펌프광을 여기광으로 사용하여 이득을 유도함으로써, 상기 분산보상 라만 증폭 수단의 앞단 밀도반전을 높여 전체의 잡음지수를 향상시키기 위한 어븀첨가 광섬유(Erbium Doped Fiber : EDF)인 것을 특징으로 하는 하이브리드형 광섬유 증폭장치.

## 청구항 4.

분산보상 라만 증폭기를 이용한 하이브리드형 광섬유 증폭장치에 있어서,

입사된 광신호를 증폭하기 위한 광섬유 증폭 수단; 및

상기 광섬유 증폭 수단을 통해 증폭된 광신호를 입력받아, 소극기를 이용하여 편광성을 제거한 라만 펌프광을 역방향으로 입사하여 분산보상 증폭을 하기 위한 분산보상 라만 증폭 수단

을 포함하는 하이브리드형 광섬유 증폭장치.

## 청구항 5.

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 분산보상 라만 증폭 수단은,

입사되는 라만 이득을 위한 펌프광의 편광성을 없애기 위한 소극 수단;

상기 소극 수단에서 출력되는 라만 펌프광을 역방향으로 광선로에 입력시키기 위한 결합 수단; 및

입사되는 광신호의 분산을 보상해주고, 상기 결합 수단으로부터 역방향으로 입력되는 라만 펌프광을 상기 입사 광신호와 결합하여 상기 입사 광신호를 증폭하기 위한 분산보상 광섬유 증폭 수단

을 포함하는 하이브리드형 광섬유 증폭장치.

## 청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 소극 수단은, 라이엇 형(Lyot Type) 광섬유 소극기(depolarizer)인 것을 특징으로 하는 하이브리드형 광섬유 증폭장치.

## 청구항 7.

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광섬유 증폭 수단은, 어븀첨가 광섬유 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier : EDFA)인 것을 특징으로 하는 하이브리드형 광섬유 증폭장치

## 청구항 8.

소극기를 이용한 분산보상 라만 증폭기에 있어서,

입사되는 라만 이득을 위한 펌프광의 편광성을 없애기 위한 소극 수단;

상기 소극 수단에서 출력되는 라만 펌프광을 역방향으로 광선로에 입력시키기 위한 결합 수단; 및

입사되는 광신호의 분산을 보상해주고, 상기 결합 수단으로부터 역방향으로 입력되는 라만 펌프광을 상기 입사 광신호와 결합하여 상기 입사 광신호를 증폭하기 위한 분산보상 광섬유 증폭 수단

을 포함하는 분산보상 라만 증폭기.

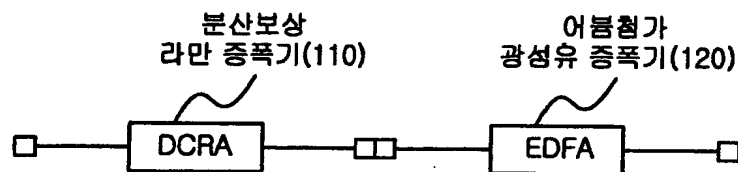
#### 청구항 9.

제 8 항에 있어서,

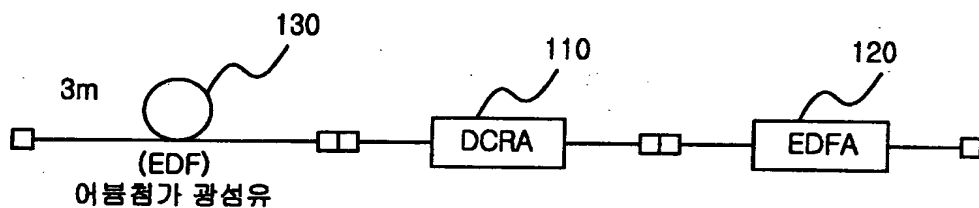
상기 소극 수단은, 라이엇 형(Lyot Type) 광섬유 소극기(depolarizer)인 것을 특징으로 하는 분산보상 라만 증폭기.

도면

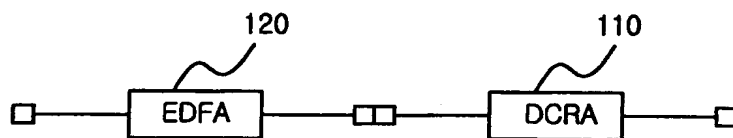
도면 1a



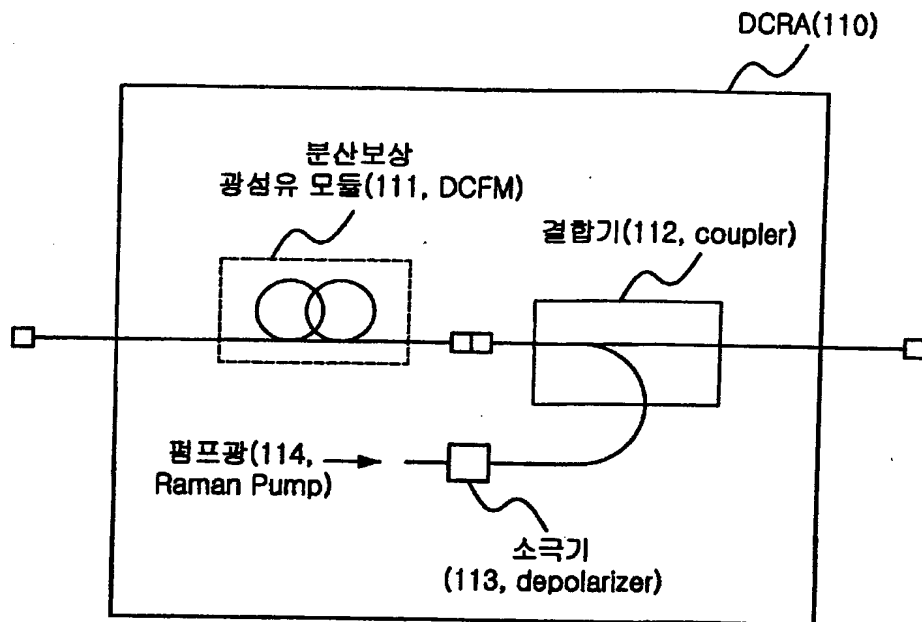
도면 1b



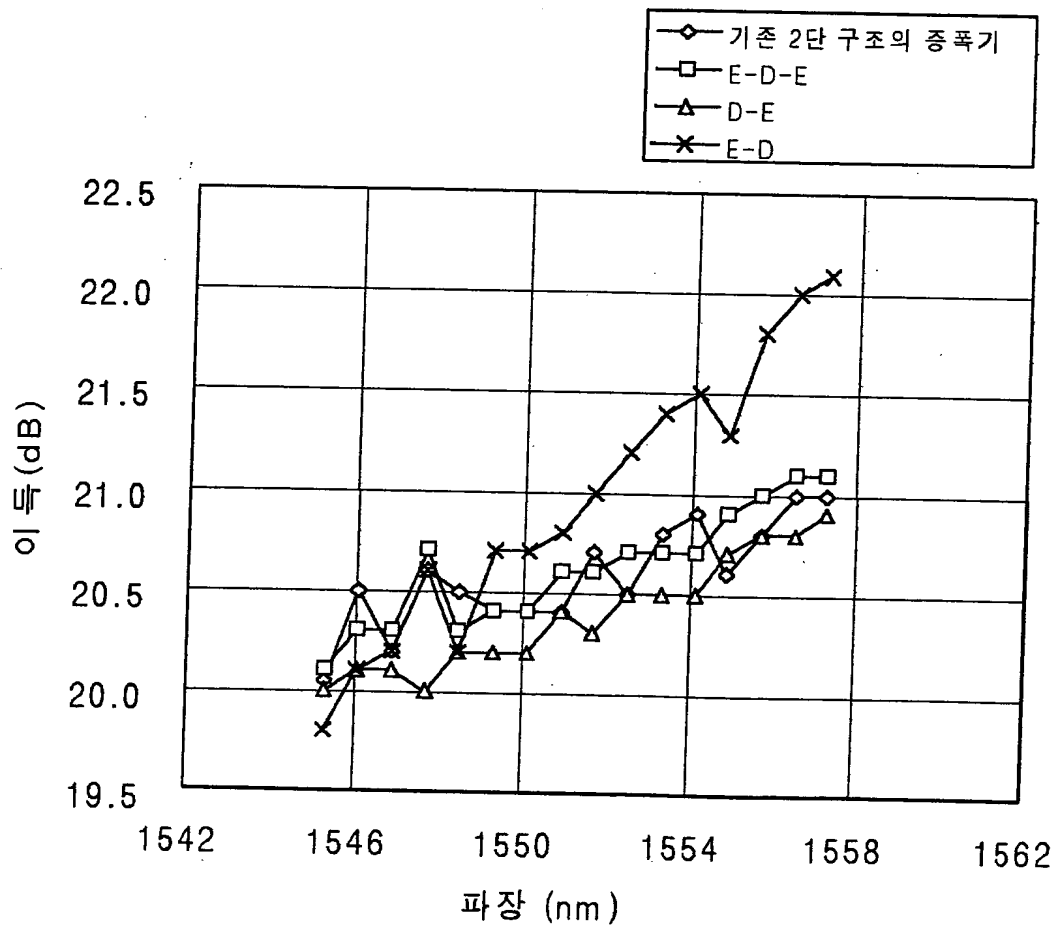
도면 1c



도면 1d

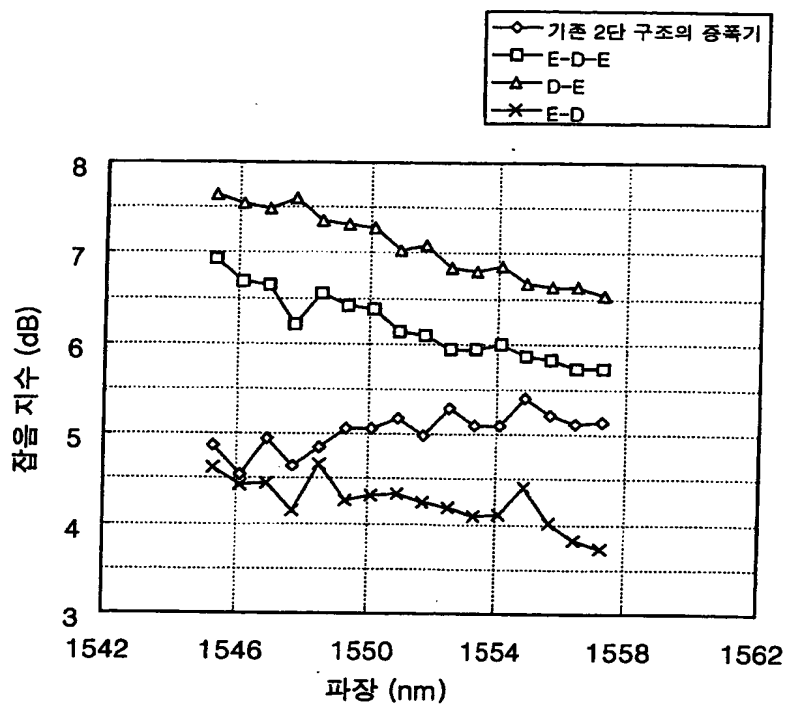


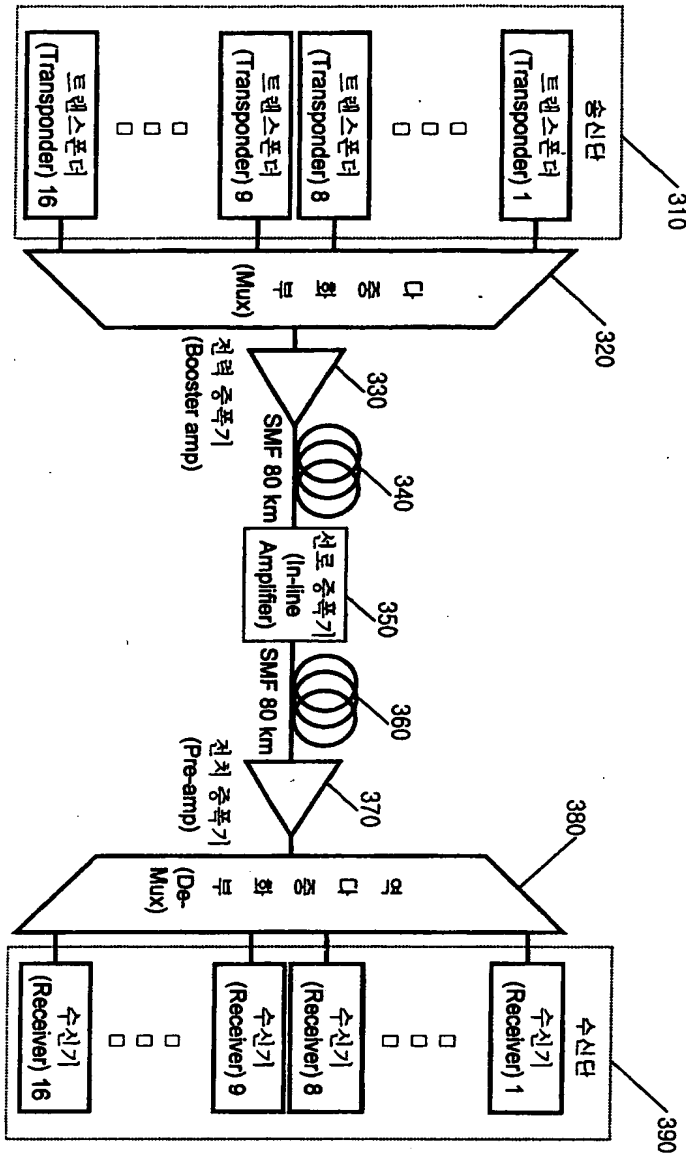
도면 2a



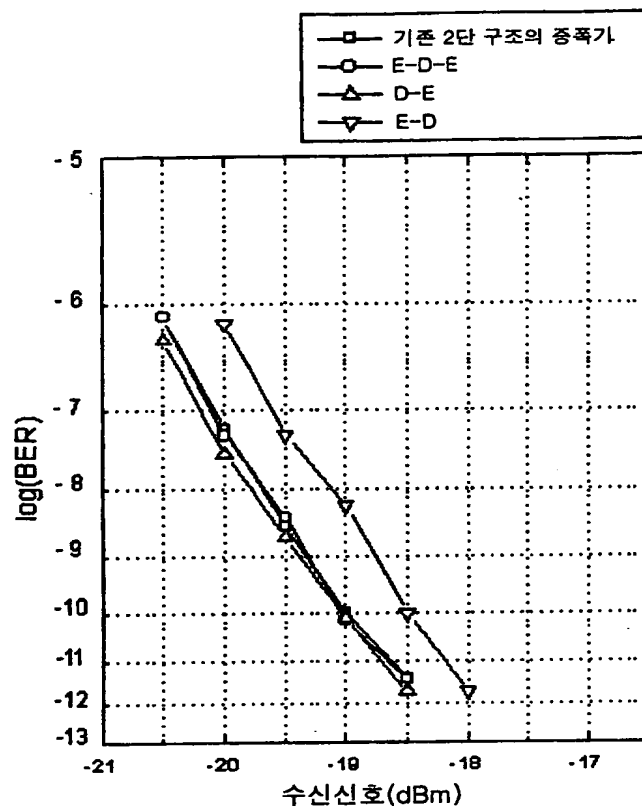


도면 2b





도면 4a



도면 4b

